

Министерство образования и науки Украины  
Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

**И. Н. Адаменко**  
**Н. И. Адаменко**

# **МЕТОДЫ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ**

Учебное пособие для студентов, аспирантов,  
преподавателей высших учебных заведений  
и специалистов инженерно-технического профиля

Харьков – 2014

УДК 531(075.8)  
ББК 22.2я73  
А 28

**Рецензенты:**

**А. М. Ермолаев** – доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической физики им. И. М. Лифшица Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина;

**Э. Я. Рудаковский** – главный научный сотрудник Физико-технического института низких температур им. Б. И. Веркина НАН Украины, член-корреспондент НАН Украины, доктор физико-математических наук, профессор.

*Утверждено к печати решением Ученого совета  
Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина  
(протокол № 9 от 30 сентября 2013 г.)*

**Адаменко И. Н.**

А 28

Методы классической механики : учебное пособие [для студентов, аспирантов, преподавателей высших учебных заведений и специалистов инженерно-технического профиля]. / Адаменко И. Н., Адаменко Н. И. – Х. : ХНУ имени В. Н. Каразина, 2014. – 136 с.

В предлагаемом учебном пособии изложены три метода классической механики – Ньютона, Лагранжа и Гамильтона. Отличительной особенностью пособия является простое, понятное и общедоступное изложение методов классической механики – самой сложной части теоретической механики.

Учебное пособие предназначено для студентов, аспирантов, преподавателей высших учебных заведений и специалистов инженерно-технического профиля.

**УДК 531(075.8)  
ББК 22.2я73**

© Харьковский национальный университет  
имени В. Н. Каразина, 2014

© Адаменко И. Н., Адаменко Н. И., 2014

© Дончик И. Н., макет обложки, 2014

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	5
Раздел 1. Классическая механика в современной физике.....	9
1.1. Пределы применимости классической механики и ее место в современной физике.....	9
1.2. Три основных метода классической механики.....	24
Контрольные вопросы по первому разделу.....	26
Раздел 2. Обобщение понятий и метод Ньютона.....	27
2.1. Описание материальной точки (частицы). Обобщенные координаты. Степени свободы.....	27
2.2. Связи голономные и неголономные, склерономные и реономные.....	29
2.3. Принцип причинности. Полный набор начальных условий и функций.....	32
2.4. Законы Ньютона. Положение, состояние и движение системы.....	34
Контрольные вопросы по второму разделу.....	37
Раздел 3. Метод Лагранжа.....	38
3.1. Механическая система. Функция Лагранжа.....	38
3.2. Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа	40
3.3. Эквивалентные и оптимальные функции Лагранжа.....	46
3.4. Функции Лагранжа невзаимодействующих и взаимодействующих механических систем.....	48
3.5. Обобщенные импульс, сила и уравнение Ньютона. Циклическая координата. Интегралы движения. Однородность времени.....	51
3.6. Обобщенная энергия. Сохранение энергии и обратимость движения, когда время однородно.....	54
3.7. Состояние равновесия. Состояния устойчивого и неустойчивого равновесия.....	59
Контрольные вопросы по третьему разделу.....	63
Раздел 4. Метод Гамильтона.....	64
4.1. Отличие метода Лагранжа от метода Гамильтона.....	64
4.2. Преобразование Лежандра.....	66
4.3. Переход от метода Лагранжа к методу Гамильтона.....	68
4.4. Функция Рауса.....	71
4.5. Переход от метода Гамильтона к методу Лагранжа.....	75

4.6. Получение канонических уравнений Гамильтона исходя из принципа наименьшего действия.....	77
4.7. Циклические координаты в методе Гамильтона. Канонические преобразования.....	79
4.8. Получение канонических преобразований с помощью производящих функций.....	82
4.9. Фазовое пространство и траектория движения в нем. Точки равновесия в фазовом пространстве. Траектория движения вблизи точки устойчивого равновесия.....	93
4.10. Теорема Лиувилля.....	96
4.11. Скобки Пуассона.....	101
4.12. Уравнение Гамильтона–Якоби.....	105
4.13. Укороченное уравнение Гамильтона–Якоби.....	108
4.14. Переменные действие – угол одномерной механической системы.....	114
4.15. Адиабатический инвариант для механической системы с одной степенью свободы.....	118
4.16. Разделение переменных в уравнении Гамильтона–Якоби.....	122
4.17. Периодические и условно периодические движения механической системы.....	124
4.18. Переменные действие – угол при произвольном числе степеней свободы.....	127
4.19. Адиабатические инварианты для системы с произвольным числом степеней свободы.....	130
Контрольные вопросы по четвертому разделу.....	132
Список рекомендованной литературы.....	134